

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Data

Data yang diperlukan dalam penelitian *Aplikasi New High Speed Machining Roughing Strategy Pada Mesin CNC YCM EV1020A* antara lain:

1. Jurnal dan penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian.
2. *3D model* produk cetakan tugu, freed mirror cover, 5D model prambanan, clutch die set, cetakan basketball, break caliper punch and die, cetakan menara kudus, core die stamping, cetakan prambanan, 3D vortex model, rush tank cover, core cavity parfum bottle, cetakan botol parfum, core kupu-kupu, cetakan effendi, cetakan cangkir, cetakan botol oli, cetakan biscuit, headlamp, chainsaw.
3. Fix model *core die stamping*.
4. Jenis-jenis *tools/cutter*.
5. Data-data yang berhubungan dengan material produk penelitian yaitu S-STAR, Ebalta Necuron 651 dan Necuron 800.
6. Waktu total pengerjaan produk penelitian menggunakan *strategy conventional* dan *vortex strategy*.
7. Hasil pengukuran kekasaran permukaan dengan *rough test*.

#### 3.2. Cara Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya adalah:

1. Studi pustaka dari jurnal dan penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan topik peneliti sebagai dasar penelitian.
2. *Brainstorming* dilakukan peneliti bersama pembimbing dan tim asisten Laboratorium Proses Produksi untuk mendapatkan 20 buah 3D model untuk kemudian dilakukan pemilihan dengan menggunakan metode *weighted objective* untuk mendapatkan 3D model produk *core dies stamping* sebagai objek yang akan diteliti.
3. Proses desain *3D modelling* menggunakan *PowerSHAPE 2014* untuk mendapatkan *fix 3D model* penelitian.
4. Melakukan pengukuran *tools/cutter* secara visual yang dimiliki Laboratorium Proses Produksi serta membaca catalog mengenai *tools/cutter* yang dipilih.

5. Mencari catalog mengenai karakteristik material S-Star, Ebalta Necuron 651 dan Necuron 800.
6. Proses CAM penelitian menggunakan software PowerMILL 2014 dengan melakukan optimalisasi *strategy toolpath* sehingga mendapatkan *strategy* yang tepat untuk dilakukan penelitian.
7. Proses manufaktur produk penelitian menggunakan mesin CNC YCM EV1020A di Laboratorium Proses Produksi. Kemudian dilakukan pengukuran waktu pemesinan untuk setiap *strategy* menggunakan alat pengukur waktu *stopwatch*.
8. Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja menggunakan rouge test
9. *Fish bone diagram* dan *weighted objective* digunakan untuk menganalisis hasil produk penelitian.

### **3.3. Bahan, Alat dan Mesin selama Proses Penelitian**

Untuk melakukan penelitian ini diperlukan alat bantu sebagai berikut :

1. Seperangkat komputer lengkap dengan *software PowerSHAPE 14* dan *PowerMILL 14*
2. *USB Dongle License software PowerSHAPE 14* dan *PowerMILL 14*
3. Material Ebalta Necuron 651, Necuron 800 dan S-Star
4. Mesin CNC YCM EV1020A
5. *Tools* dan *fixture* pendukung mesin CNC YCM EV1020A
6. *Rough test*
7. *Stopwatch*
8. Kamera

### **3.4. Langkah - Langkah Penelitian**

Penelitian dilakukan melalui langkah-langkah yang secara rinci akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi pustaka  
Studi Pustaka dilakukan dengan mencari referensi-referensi dari jurnal, buku dan penelitian-penelitian yang membahas tentang *PowerMILL* dan penggunaan *toolpath strategy* yang telah di implementasikan dalam dunia manufaktur.

2. *Brainstorming* objek yang akan diteliti

*Brainstorming* menjadi tool peneliti dalam menentukan objek yang akan diteliti dengan menggunakan mesin CNC. *Brainstorming* dilakukan dengan mengumpulkan ide-ide dan gagasan dari tim peneliti dalam penentuan model yang akan diteliti. Macam-macam model penelitian didapatkan dari data yang telah dimiliki oleh Laboratorium Proses Produksi. Pada tahap ini didapatkan 20 buah 3D model yang sudah dimiliki oleh Laboratorium Proses Produksi. 20 buah 3D model itu adalah: cetakan tugu, *freed mirror cover*, 5D model prambanan, *clutch die set*, cetakan *basketball*, *break caliper punch and die*, cetakan menara kudus, *core die stamping*, cetakan prambanan, 3D *vortex* model, *rush tank cover*, *core cavity parfum bottle*, cetakan botol parfum, core kupu-kupu, cetakan effendi, cetakan cangkir, cetakan botol oli, cetakan biscuit, *headlamp*, *chainsaw*. Model-model tersebut dipilih berdasarkan beberapa pertimbangan yang nantinya digunakan dalam proses penentuan obyek yang akan dipilih.

3. Penentuan obyek penelitian

Tahap penentuan obyek penelitian ini menggunakan metode *weighted obyektif (WO)*. WO dilakukan dengan memberikan skor pada aspek-aspek pertimbangan yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Aspek-aspek pertimbangan tersebut antara lain: luas area permukaan, kehalusan, kekasaran, detail relief, ketersediaan *tools/cutter*, banyaknya *undercut*, pengeditan pada proses CAD, ketelitian alat ukur, skill operator mesin CNC, lama permesinan, biaya permesinan. Pemberian skor pada masing-masing aspek dapat dijabarkan pada table dibawah:

**Tabel 3.1 Tabel *scoring weighted objective* penentuan obyek penelitian**

Skor	Keterangan
1	Buruk
3	Cukup Buruk
5	Sedang
7	Cukup Baik
9	Baik

**Tabel 3.2 Deskripsi skoring weighted objective**

<b>Skor</b>	<b>Luas Area</b>	<b>Kehalusan</b>	<b>Kekasaran</b>	<b>Detail Relief</b>	<b>Ketersediaan Tools/cutter</b>
1	Luas area produk melebihi area pada pencekaman mesin	Tingkat kehalusannya >N10	Setiap 8 $\mu\text{m}$ area permukaan memiliki kekasaran 25 $\mu\text{m}$ sampai 50 $\mu\text{m}$	Produk memiliki relief sama sekali	<i>Tools/cutter</i> tidak tersedia pada Lab. Proses Produksi
3	Produk memerlukan sebuah slot untuk dapat dicekam pada tanggem mesin	Tingkat kehalusannya antara N9 sampai N10	Setiap 2,5 $\mu\text{m}$ area permukaan memiliki kekasaran 6,3 $\mu\text{m}$ sampai 12.5 $\mu\text{m}$	Produk memiliki <10% relief pada permukaannya	Hanya tersedia 1 buah <i>tools/cutter</i> yang memenuhi untuk proses <i>machining</i>
5	Luas area produk berukuran sama area pencekaman maksimal mesin	Tingkat kehalusannya antara N7 sampai N8	Setiap 0,8 $\mu\text{m}$ area permukaan memiliki kekasaran 1,6 $\mu\text{m}$ sampai 3,2 $\mu\text{m}$	Produk memiliki relief antara 10% hingga 25% pada permukaannya	Hanya tersedia 2 buah <i>tools/cutter</i> yang memenuhi untuk proses <i>machining</i>
7	Produk dapat dicekam pada tanggem lebar produk melebihi area tanggem	Tingkat kehalusannya antara N5 sampai N6	Setiap 0,8 $\mu\text{m}$ area permukaan memiliki kekasaran 0,4 $\mu\text{m}$ sampai 0,8 $\mu\text{m}$	Produk memiliki relief antara 25% hingga 50% pada permukaannya	Tersedia seluruh <i>tools/cutter</i> yang memenuhi untuk proses <i>machining</i> tanpa cadangan lain

Tabel 3.2 Lanjutan

Skor	Luas Area	Kehalusan	Kekasaran	Detail Relief	Ketersediaan Tools/cutter
9	Seluruh area produk dapat dicekam pada tanggem	Tingkat kehalusannya <N5	Setiap 0,25 $\mu\text{m}$ area permukaan memiliki kekasaran 0,05 $\mu\text{m}$ sampai 0,2 $\mu\text{m}$	Produk memiliki relief >50% pada permukaannya	Tersedia seluruh tools/cutter yang memenuhi untuk proses <i>machining</i> beserta tools/cutter cadangannya.

Tabel 3.2 Lanjutan

Skor	Banyaknya <i>undercut</i>	Editing CAD	Skill Operator	Lama Pengerjaan	Biaya Machining
1	Benda memiliki lebih dari 10 area yang tidak dapat <i>dimachining</i>	Lebih dari 50% bagian produk yang perlu diedit pada proses CAD	Operator tidak dapat melakukan proses <i>machining</i> pada produk tersebut	Proses <i>machining</i> paling lama	Biaya disesuaikan dengan lama pengerjaan
3	Benda memiliki 7-9 area yang tidak dapat <i>dimachining</i>	30% - 50% bagian produk yang perlu diedit pada proses CAD	Operator hanya dapat melakukan proses <i>roughing</i> pada produk tersebut	Proses <i>machining</i> antara 36-48 jam	Biaya disesuaikan dengan lama pengerjaan
5	Benda memiliki 4-6 area yang tidak dapat <i>dimachining</i>	10% - 30% bagian produk yang perlu diedit pada proses CAD	Operator dapat melakukan proses hingga <i>semi finishing</i>	Proses <i>machining</i> antara 24-36 jam	Biaya disesuaikan dengan lama pengerjaan
7	Benda 1-3 area yang tidak dapat <i>dimachining</i>	1% - 10% bagian produk yang perlu diedit pada proses CAD	Operator dapat melakukan proses tanpa menghiraukan hasil akhir	Proses <i>machining</i> antara 12-24 jam	Biaya disesuaikan dengan lama pengerjaan

Tabel 3.2 Lanjutan

Skor	Banyaknya undercut	Editing CAD	Skill Operator	Lama Pengerjaan	Biaya Machining
9	Benda tidak memiliki area yang tidak dapat dimachining	Produk tidak perlu diedit pada proses CAD	Operator dapat melakukan semua proses dengan hasil akhir yang baik	Proses machining paling cepat	Biaya machining disesuaikan dengan lama pengerjaan



#### 4. Proses *machining* core dies stamping

##### a. CAD

Objek penelitian yang telah disepakati kemudian dilakukan proses *editing* dengan menggunakan software PowerSHAPE 2014. Perubahan dilakukan yaitu perubahan skala ukuran menjadi 1 : 0,7 dengan tujuan untuk menjangkau bagian sudut (*corner*) yang sebelumnya berupa sebuah sudut dengan jari-jari kecil. Kemudian dengan menutup beberapa bagian yang dianggap tidak dapat dijangkau dengan menggunakan *tools/cutter* mesin CNC yang tersedia. Selain itu perubahan ukuran dilakukan agar kualitas permukaan hasil *machining* terlihat lebih jelas.

##### b. CAM

Proses CAM dengan menggunakan software PowerMILL 14 dilakukan setelah desain dari proses sebelumnya. Langkah ini dilakukan untuk menentukan *toolpath strategy* yang optimal untuk proses *machining* model yang telah disepakati. Proses *machining* dibagi menjadi 3 tahap yaitu: *Roughing* (pengerjaan kasar dari material awal hingga mendapatkan kontur benda), *Semi-Finishing* dan *Finishing*. Proses verifikasi pada PowerMILL dilakukan setelah proses pemilihan *toolpath strategy* sehingga program yang telah dibuat terverifikasi dan dapat disimulasikan dengan aman oleh program simulasi yang telah disediakan software PowerMILL. Proses optimalisasi *toolpath strategy* diakhiri dengan pembuatan NC program yang nantinya akan dilanjutkan dengan proses *machining* dengan menggunakan mesin CNC YCM EV1020A.

##### c. Proses *Machining*

Proses *machining* dilakukan dengan menggunakan mesin CNC YCM EV1020A. Peneliti menggunakan material ebalta dan S-Star sebagai obyek penelitian. Persiapan material ebalta dengan memotong sesuai ukuran benda yang telah diedit pada proses CAD untuk dilakukan proses *machining* dan material Steel-Star yang dipesan melalui suplier sesuai ukuran yang dibutuhkan. *Setting* material dan *cutter* pada mesin CNC dilakukan sebelum program dijalankan. Dibutuhkan ketelitian dan ketepatan dalam proses *setting* agar *tools/cutter* aman. Ukuran material yang disediakan juga harus sesuai dengan ukuran model yang telah



dibuat sehingga material tidak menyisakan dinding yang dapat menyebabkan *tools/cutter* patah. Setelah material dan *tools* siap, *NC-Code* yang sudah siap dan terverifikasi akan dijalankan hingga material membentuk *prototype* benda yang telah ditentukan. Kehalusan permukaan suatu benda dapat dilihat secara langsung dan dapat dilakukan juga dengan menggunakan alat ukur *rough test*. Waktu pengerjaan dicatat berdasarkan waktu mulai hingga waktu selesai proses *machining*.

5. Analisis dan pembahasan

Berdasarkan *strategy* yang telah dibuat, maka akan dibandingkan antara *conventional strategy* dan *vortex strategy* yang telah dikerjakan pada proses *machining*. Waktu terhitung mulai dari proses *roughing* hingga *finishing* dijumlahkan untuk kemudian dibandingkan. Kehalusan permukaan hasil pemrosesan juga akan dibandingkan antara konvensional *strategy* dan *vortex strategy*. Serta pengaruh penggunaan *tools/cutter* akan menjadi parameter perbandingannya. *Weighted objective* juga akan digunakan dalam menentukan obyek yang terbaik.

**Tabel 3.3 Tabel *scoring weighted objective* penentuan obyek terbaik**

Skor	Keterangan
1	Buruk
3	Cukup buruk
5	Sedang
7	Cukup Sempurna
9	Sempurna

**Tabel 3.4 Ketentuan pemberian skor pada *output machining***

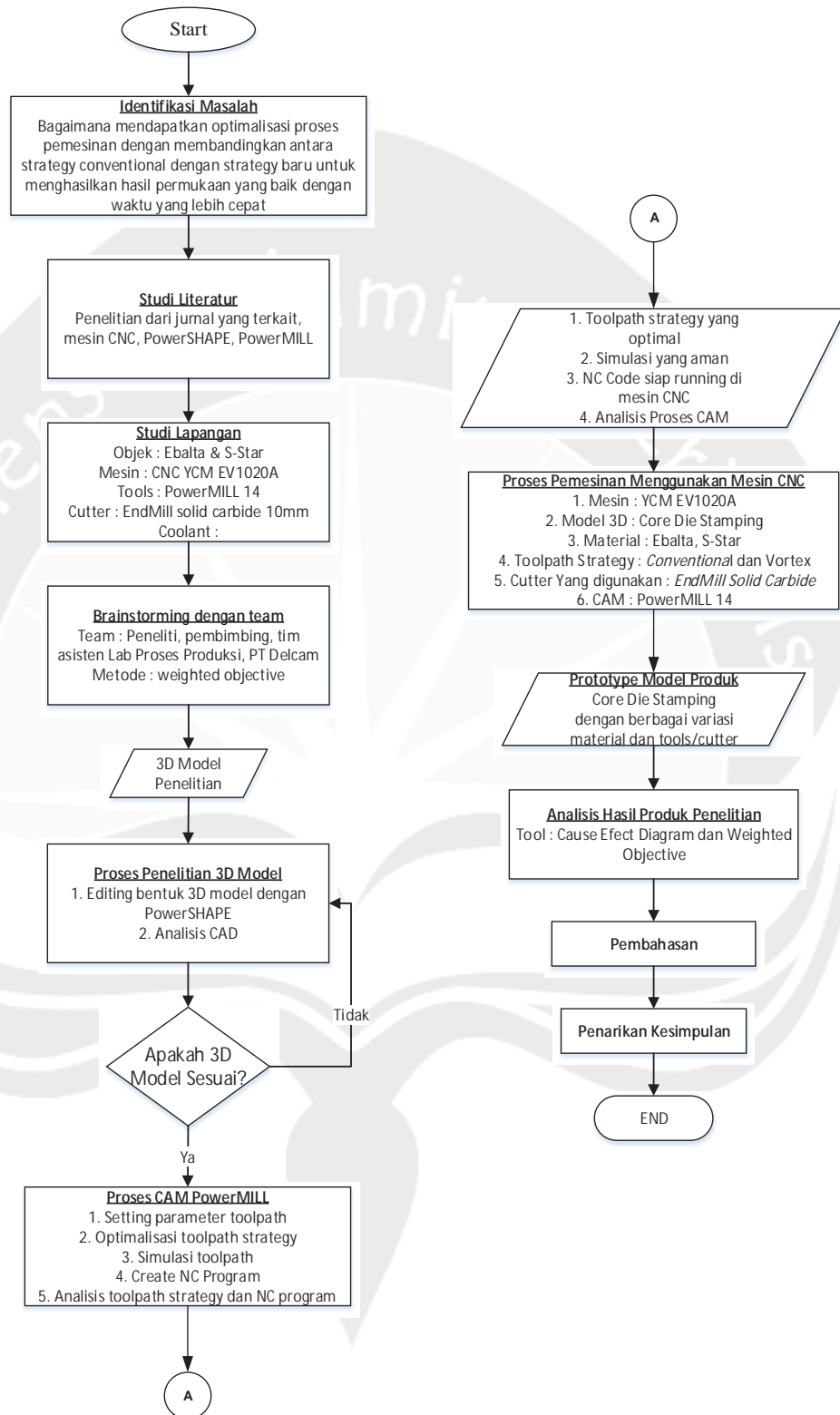
Skor	% kemiripan	Kekasaran	Waktu <i>machining</i>
1	0-20	N11-N12	>12 jam
3	21-40	N9-N10	10-12 jam
5	41-60	N7-N8	8-10 jam
7	61-80	N5-N6	6-8 jam
9	81-100	<N5	<6 jam

6. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, diambil kesimpulan untuk penggunaan *strategy* yang terbaik. Pengambilan hasil berupa durasi waktu dan kualitas permukaan benda menjadi tujuan penelitian.



### 3.5. Diagram Alir Metode Penelitian



Gambar 3.1 Tahapan Metodologi Penelitian